

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

03. 8. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 8 5 7 5 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 8 5 7 5 5]

出 願 人 富 士 写 真 フ ィ ル ム 株 式 会 社
Applicant(s):

REC'D 16 SEP 2004

WIPO

PCT

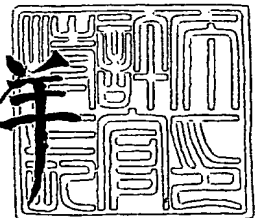
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川

洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 7 8 8 5 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 FSP-05404
【提出日】 平成15年 8月 4日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H05B 33/14
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地 富士写真フイルム株式会社内
 【氏名】 五十嵐 達也
【特許出願人】
 【識別番号】 000005201
 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100079049
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中島 淳
 【電話番号】 03-3357-5171
【選任した代理人】
 【識別番号】 100084995
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 加藤 和詳
 【電話番号】 03-3357-5171
【選任した代理人】
 【識別番号】 100085279
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 西元 勝一
 【電話番号】 03-3357-5171
【選任した代理人】
 【識別番号】 100099025
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 福田 浩志
 【電話番号】 03-3357-5171
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006839
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9800120

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

一对の電極間に発光層を含む少なくとも一層の有機層を有する有機電界発光素子において、電圧を印加した時に蛍光発光する化合物を含有し、電圧印加時の発光が主に蛍光化合物からの発光に由来し、かつ、素子の外部量子効率が6%以上であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 2】

前記有機電界発光素子の内部量子効率が30%以上であることを特徴とする請求項1に記載の有機電界発光素子。

【請求項 3】

前記有機電界発光素子が電圧印加時に生成する一重項励起子の数を増幅させて、発光強度を増幅させる機能を有する化合物を含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

【請求項 4】

前記蛍光発光する化合物からの発光極大波長が580nm以下にあることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 5】

前記発光層中に少なくとも一つのホスト材料を含有し、ホスト材料が錯体であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 6】

前記蛍光発光する化合物が縮環芳香族化合物であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 7】

前記有機電界発光素子が電子輸送層を含有し、電子輸送層が非錯体化合物であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【書類名】明細書

【発明の名称】有機電界発光素子

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気エネルギーを光に変換して発光できる発光素子、特に、有機電界発光素子（以下、単に「素子」、「発光素子」、「EL素子」、又は「有機EL素子」ともいう。）に関する。

【背景技術】

【0002】

有機電界発光（EL）素子は、低電圧で高輝度の発光を得ることができるため、有望な表示素子として注目されている。この有機電界発光素子の重要な特性値として、外部量子効率がある。外部量子効率は、「外部量子効率 ϕ ＝素子から放出されたフォトン数／素子に注入された電子数」で算出され、この値が大きいほど消費電力の点で有利な素子と言える。

【0003】

また、有機電界発光素子の外部量子効率は、「外部量子効率 ϕ ＝内部量子効率 \times 光取り出し効率」で決まる。有機化合物からの蛍光発光を利用する有機EL素子においては、内部量子効率の限界値が25%であり、光取り出し効率が約20%であることから、外部量子効率の限界値は約5%とされている。

【0004】

有機電界発光素子の内部量子効率を向上させて、素子の外部量子効率を向上する方法として、三重項発光材料（りん光発光材料）を用いる素子が報告されている（例えば、特許文献1参照。）。この素子は従来の蛍光発光を利用した素子（一重項発光素子）に比べて外部量子効率を向上させることが可能であり、外部量子効率の最大値は8%（100cd/m²時の外部量子効率は7.5%）を達しているが、重原子金属錯体からのりん光発光を用いていることから発光のレスポンスが遅く、また、耐久性の点で改良が望まれていた。

【0005】

この問題を改良する方法として、三重項励起子から一重項励起子へのエネルギー移動を用いた一重項発光素子が報告されている（例えば、特許文献2参照。）。

しかしながら、この文献に記載の素子の外部量子効率の最大値は3.3%であり、従来の一重項発光素子の外部量子効率（ ϕ ＝5%）を超えておらず、さらなる改良が求められていた。

【特許文献1】国際公開第00/70655号パンフレット

【特許文献2】国際公開第01/8230号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、発光効率が良好な発光素子の提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この課題は下記手段によって達成された。

<1> 一対の電極間に発光層を含む少なくとも一層の有機層を有する有機電界発光素子において、電圧を印加した時に蛍光発光する化合物を含有し、電圧印加時の発光が主に蛍光化合物からの発光に由来し、かつ、素子の外部量子効率が6%以上であることを特徴とする有機電界発光素子。

<2> 前記有機電界発光素子の内部量子効率が30%以上であることを特徴とする<1>に記載の有機電界発光素子。

【0008】

<3> 前記有機電界発光素子が電圧印加時に生成する一重項励起子の数を増幅させて、

発光強度を増幅させる機能を有する化合物（以下、「増幅剤」とする。）を含有することを特徴とする<1>又は<2>に記載の有機電界発光素子。

<4> 前記蛍光発光する化合物からの発光極大波長が580nm以下にあることを特徴とする<1>~<3>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

【0009】

<5> 前記発光層中に少なくとも一つのホスト材料を含有し、ホスト材料が錯体であることを特徴とする<1>~<4>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

<6> 前記蛍光発光する化合物が縮環芳香族化合物であることを特徴とする<1>~<5>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

【0010】

<7> 前記有機電界発光素子が電子輸送層を含有し、電子輸送層が非錯体化合物であることを特徴とする<1>~<6>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

<8> 前記増幅剤が遷移金属錯体であることを特徴とする<3>~<7>に記載の有機電界発光素子。

【0011】

<9> 前記増幅剤の発光層膜中の濃度が9%以下であることを特徴とする<3>~<8>に記載の有機電界発光素子。

<10> 電圧印加時に蛍光発光する前記化合物の発光極大波長と増幅剤の発光極大波長の差が70nm以下であることを特徴とする<3>~<9>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

【0012】

<11> 前記増幅剤の発光極大波長と、電圧印加時に蛍光発光する化合物の吸収極大波長の差が20nm以上であることを特徴とする<3>~<10>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

<12> ホール輸送層、発光層、電子輸送層を有し、該蛍光発光する化合物からの発光が、前記有機電界発光素子から得られる総発光の80%以上であることを特徴とする<1>~<11>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

【0013】

<13> ホール輸送層、発光層、電子輸送層を有し、電圧印加時に蛍光発光する化合物、増幅剤、及び、ホスト材料を該発光層中に有する発光素子において、該増幅剤により発光強度が増幅する蛍光発光化合物を、増幅剤に置き換えた素子の外部量子効率を10%以上であることを特徴とする<3>~<12>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

<14> ホール輸送層、発光層、電子輸送層を有する発光素子において、発光層と電子輸送層の間にホールブロック層、もしくは、励起子ブロック層を持たない<1>~<13>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

【0014】

<15> ホール輸送層、発光層、電子輸送層を有し、発光層が電圧印加時に蛍光発光する化合物を少なくとも一つ有する層と、増幅剤を少なくとも一つ有する層の交互積層構造を少なくとも一つ有することを特徴とする<3>~<14>のいずれか1に記載の有機電界発光素子。

<16> 前記発光層が10層以上の交互積層構造を有することを特徴とする<15>に記載の有機電界発光素子。

【0015】

<17> 次の(a)~(c)の手順を含む工程で交互積層膜を作製した<15>、<16>に記載の有機電界発光素子。(a) 蛍光発光する化合物もしくはその混合物を蒸着する。その際、増幅剤もしくはその混合物の蒸着を蒸着源付近に設置したシャッターで塞ぎ、増幅剤もしくはその混合物が作製中の素子に蒸着されることを抑制する。(b) 増幅剤もしくはその混合物を蒸着する。その際、蛍光化合物もしくはその混合物の蒸着を、蒸着源付近に設置したシャッターで塞ぎ、蛍光化合物もしくはその混合物が作製中の素子に蒸着されることを抑制する。(c) (a)、(b)の工程を繰り返し行う。各工程

の切り替えは蒸着源付近に設置したシャッターの開閉で行う。

<18> 次の(a)～(c)の手順を含む工程で交互積層膜を作製した<15>、<16>に記載の有機電界発光素子。(a) 増幅剤もしくはその混合物を蒸着する。その際、蛍光化合物もしくはその混合物の蒸着源を、蒸着源付近に設置したシャッターで塞ぎ、蛍光化合物もしくはその混合物が作製中の素子に蒸着されることを抑制する。(b) 蛍光発光する化合物もしくはその混合物を蒸着する。その際、増幅剤もしくはその混合物の蒸着を、蒸着源付近に設置したシャッターで塞ぎ、増幅剤もしくはその混合物が作製中の素子に蒸着されることを抑制する。(c) (a)、(b)の工程を繰り返し行う。各工程の切り替えは蒸着源付近に設置したシャッターの開閉で行う。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、高効率に発光可能な有機電界発光素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明の有機電界発光素子は、一对の電極間に発光層を含む少なくとも一層の有機層を有する有機電界発光素子において、電圧を印加した時に蛍光発光する化合物（以下、「蛍光発光化合物」ともいう。）を含有し、電圧印加時の発光が主に蛍光発光する化合物からの発光に由来し、かつ、有機電界発光素子の外部量子効率が6%以上であることを特徴とする。

前記一对の電極間には、有機層として前記発光層の他に、ホール注入層、ホール輸送層、電子輸送層などが配置されていても良く、また、これらの各層はそれぞれ他の機能を備えたものであってもよい。

【0018】

電圧印加時の発光が主に蛍光化合物からの発光に由来することとは、言い換えれば、素子から得られる発光成分のうち、50%超が一重項励起子からの発光（蛍光）であり、残り50%未満が三重項励起子からの発光（りん光）のことであり、好ましくは、素子から得られる発光成分のうち、70%以上が蛍光、30%以下がりん光であり、より好ましくは、素子から得られる発光成分のうち、80%以上が蛍光、20%以下がりん光であり、さらに好ましくは90%以上が蛍光、10%以下がりん光である。主に蛍光発光とすることにより、発光のレスポンス、耐久性が向上し、また、高輝度時（例えば1000cd/m²以上）の効率低下が少ない点で好ましい。

【0019】

素子の外部量子効率としては、前記6%以上とする必要があり、中でも、消費電力を下げられる点、駆動耐久性を上げられる点で、8%以上が好ましく、10%以上がより好ましく、13%以上がさらに好ましく、15%以上が特に好ましい。

該外部量子効率の数値は、20℃で素子を駆動したときの外部量子効率の最大値、もしくは、20℃で素子を駆動した時の100～300cd/m²付近での外部量子効率の値を用いることができる。

本発明においては、東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400型を用いて、直流定電圧をEL素子に印加し発光させ、その輝度をトプコン社製輝度計BM-8を用いて測定し、200cd/m²における外部量子効率が算出できる。

【0020】

素子の外部量子効率は、発光輝度、発光スペクトル、電流密度を測定し、その結果と比視感度曲線から算出することができる。すなわち、電流密度値を用い、入力した電子数を算出することができる。そして、発光スペクトルと比視感度曲線（スペクトル）を用いた積分計算により、発光輝度を発光したフォトン数に換算することができる。これらから外部量子効率(%)は、「(発光したフォトン数/素子に入力した電子数) × 100」で計算することができる。

【0021】

前記素子の内部量子効率としては、消費電力及び耐久性の点で、30%以上が好ましく

、50%以上がより好ましく、70%以上がさらに好ましい。素子の内部量子効率 η_{int} は、「内部量子効率 η_{int} =外部量子効率 η_{ext} /光取り出し効率」で算出される。通常の有機EL素子では光取り出し効率は、約20%であるが、基板の形状、電極の形状、有機層の膜厚、無機層の膜厚、有機層の屈折率、無機層の屈折率等を工夫することにより、光取り出し効率を20%以上にすることが可能である。光取り出し効率の値は、発光層の屈折率を n とすると $n^2/2$ で算出できる。

【0022】

本発明の発光素子は、電圧印加時に生成する一重項励起子の数を増幅させ、電圧印加時に蛍光発光する化合物の発光強度を増幅させる機能を有する化合物（以下、「増幅剤」とする。）を含有することが好ましい。

前記増幅剤としては、電圧印加時に生成する一重項励起子の数を増幅させる化合物であれば特に限定されないが、例えば、発光素子中で生成した三重項励起子を、蛍光発光する化合物もしくはホスト材料の一重項励起子にエネルギー移動させる機能を有する化合物が挙げられる。ここで、該ホスト材料は、注入されたホールおよび電子の再結合の場を提供する、また、再結合により生成した励起子のエネルギーを発光材料（ゲスト材料）に移動させる機能を有するものである。

これらの機能を満たす化合物としては、20℃でりん光を発する化合物（りん光の量子収率としては50%以上が好ましく、70%以上がより好ましく、90%以上がさらに好ましい）、例えば、遷移金属錯体などが挙げられる。

【0023】

前記遷移金属錯体としては、イリジウム錯体、白金錯体、レニウム錯体、ルテニウム錯体、パラジウム錯体、ロジウム錯体、銅錯体、または、希土類錯体が好ましく、その中でもりん光量子収率の観点からイリジウム錯体、白金錯体がさらに好ましい。これらの遷移金属錯体は、単独で用いても、また、2種以上を併用してもよい。

【0024】

前記増幅剤の発光層膜中の濃度は、特に限定されないが、9%以下が好ましく、0.1%以上9%以下がより好ましく、1%以上8%以下がさらに好ましく、2%以上7%以下が特に好ましく、3%以上6%以下が最も好ましい。濃度がこれらの値にあることは、素子の効率、耐久性を向上できる点で好ましい。

【0025】

本発明における蛍光発光する化合物は、特に限定されないが、蛍光発光する化合物からの発光極大波長が、視覚的に明るい発光が得られるという観点で、580nm以下であることが好ましく、350nm以上565nm以下であることがより好ましく、400nm以上565nm以下であることがより好ましい。発光の極大波長は、固体膜中、20℃で測定したときの値を用いることができる。

【0026】

本発明における蛍光発光する化合物の蛍光量子収率は、70%以上であることが好ましく、80%以上であることがより好ましく、90%以上であることがさらに好ましく、95%以上であることが特に好ましい。ここで、蛍光量子収率とは、「蛍光量子収率(%)=(蛍光の光子数/吸収した光子数) $\times 100$ 」で表される。

該蛍光量子収率は、固体膜中、もしくは、溶液中、20℃で測定したときの値を用いることができる。蛍光量子収率は、値が既知の物質（フルオレセイン、アントラセン、ローダミン等）と発光強度を比較することにより測定することができる。

【0027】

本発明における蛍光発光する化合物は、縮環芳香族化合物であることが好ましい。該縮環芳香族化合物としては、例えば、縮環芳香族炭化水素環を有する化合物（例えば、ナフタレン、アントラセン、フェナンスレン、アセナフチレン、ピレン、ペリレン、フルオランテン、テトラセン、クリセン、ペンタセン、コロネン、及び、これらの誘導体（テトラロープチルピレン、ピナフチル、ルブレン、ベンゾピレン、ベンゾアントラセンなど）、縮環芳香族ヘテロ環を有する化合物（キノリン、キノキサリン、ベンゾイミダゾール、

ベンゾオキサゾール、ベンゾイミダゾール、イミダゾピリジン、アザインドール、及び、これらの誘導体（例えば、ビスベンゾオキサゾリルベンゼン、ベンゾキノリンなど）など）、などが挙げられ、縮環芳香族炭化水素環を有する化合物が好ましい。

【0028】

前記縮環芳香族炭化水素環を有する化合物としては、中でも、耐久性、効率の観点から、ナフタレン、アントラセン、フェナンスレン、アセナフチレン、ピレン、ペリレン、フルオランテン、テトラセン、ペンタセン、及び、これらの誘導体が好ましく、アントラセン、フルオランテン、ピレン、ペリレン、テトラセン、及び、これらの誘導体がより好ましく、フルオランテン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、テトラセン誘導体がさらに好ましく、テトラセン誘導体が特に好ましい。

これらの化合物は単独で用いても、また複数併用してもよい。

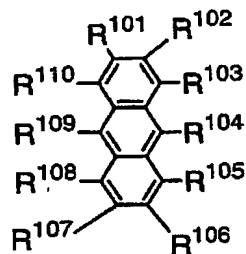
【0029】

前記縮環芳香族炭化水素環を有する化合物としては、一般式（1）～（5）で表される化合物が好ましく、一般式（3）、（4）、（5）で表される化合物がより好ましく、一般式（4）、（5）で表される化合物がさらに好ましく、一般式（4）で表される化合物が特に好ましい。

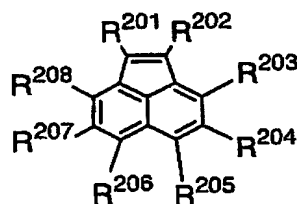
【0030】

【化1】

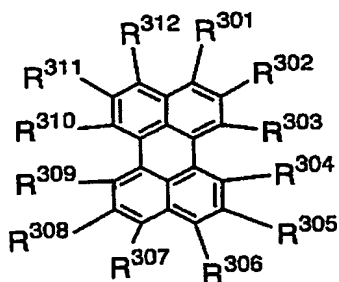
一般式(1)



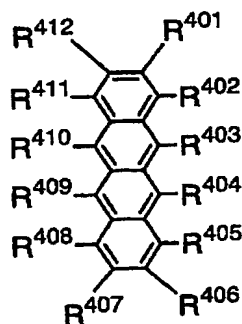
一般式(2)



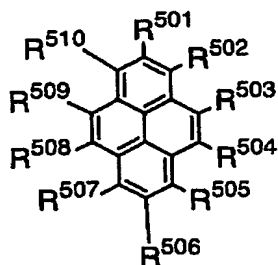
一般式(3)



一般式(4)



一般式(5)



【0031】

以下、一般式(1)について説明する。

R^{101} 、 R^{102} 、 R^{103} 、 R^{104} 、 R^{105} 、 R^{106} 、 R^{107} 、 R^{108} 、 R^{109} 、 R^{110} は、それぞれ水素原子または置換基を表す。

該置換基としては、例えば、アルキル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～10であり、例えばメチル、エチル、i s o -プロピル、t e r t -ブチル、n -オクチル、n -デシル、n -ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。）、アルケニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばビニル、アリル、2 -ブテニル、3 -ペンテニルなどが挙げられる。）、アルキニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばプロパルギル、3 -ペンチニルなどが挙げられる。）、アリール基（好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニル、p -メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。）、アミノ基（好ましくは炭素数0～30、より好ましくは炭素数0～20、特に好ましくは炭素数0～10であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノなどが挙げられる。）、アルコキシ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～10であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシ、2 -エチルヘキシロキシなどが挙げられる。）、アリーロキシ基（好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニロキシ、1 -ナフチロキシ、2 -ナフチロキシなどが挙げられる。）、ヘテロ環オキシ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばピリジルオキシ、ピラジロキシ、ピリミジロキシ、キノリルオキシなどが挙げられる。）、アシル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。）、アルコキシカルボニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。）、アリーロキシカルボニル基（好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニロキシカルボニルなどが挙げられる。）、アシルオキシ基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。）、アシルアミノ基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。）、アルコキシカルボニルアミノ基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。）、アリーロキシカルボニルアミノ基（好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニロキシカルボニルアミノなどが挙げられる。）、スルホニルアミノ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。）、スルファモイル基（好ましくは炭素数0～30、より好ましくは炭素数0～20、特に好ましくは炭素数0～12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。）、カルバモイル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。）、アルキルチオ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。）、アリールチオ基（好ましくは炭素数6～30、よ

り好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。)、ヘテロ環チオ基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばピリジルチオ、2-ベンズイミダゾリルチオ、2-ベンズオキサゾリルチオ、2-ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子(例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、シアノ基、スルホ基、カルボキシ基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、チエニル、ピペリジル、モルホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベンズチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基などが挙げられる。)、シリル基(好ましくは炭素数3～40、より好ましくは炭素数3～30、特に好ましくは炭素数3～24であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。)、シリルオキシ基(好ましくは炭素数3～40、より好ましくは炭素数3～30、特に好ましくは炭素数3～24であり、例えばトリメチルシリルオキシ、トリフェニルシリルオキシなどが挙げられる。)などが挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよい。

【0032】

R^{101} 、 R^{102} 、 R^{103} 、 R^{104} 、 R^{105} 、 R^{106} 、 R^{107} 、 R^{108} 、 R^{109} 、 R^{110} で表される置換基どうしは結合して縮環構造(例えばベンゾ縮環)を形成しても良い。 R^{101} 、 R^{102} 、 R^{103} 、 R^{104} 、 R^{105} 、 R^{106} 、 R^{107} 、 R^{108} 、 R^{109} 、 R^{110} はそれぞれ水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルケニル基、フッ素原子、シアノ基、アミノ基が好ましく、水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基がより好ましく、水素原子、アリール基がさらに好ましい。

【0033】

R^{101} 、 R^{102} 、 R^{103} 、 R^{105} 、 R^{106} 、 R^{107} 、 R^{108} 、 R^{110} はそれぞれ水素原子、アリール基が好ましく、水素原子がより好ましい。

【0034】

R^{104} 、 R^{109} はそれぞれ水素原子、アリール基、ヘテロアリール基、アミノ基が好ましく、ヘテロアリール基、アリール基、アミノ基がより好ましく、アリール基がさらに好ましい。

【0035】

以下、一般式(2)について説明する。

R^{201} 、 R^{202} 、 R^{203} 、 R^{204} 、 R^{205} 、 R^{206} 、 R^{207} 、 R^{208} は、それぞれ水素原子または置換基を表す。置換基としては、前記 R^{101} で説明した基が挙げられる。 R^{201} 、 R^{202} 、 R^{203} 、 R^{204} 、 R^{205} 、 R^{206} 、 R^{207} 、 R^{208} で表される置換基どうしは結合して環構造(例えばベンゾ縮環)を形成しても良い。

【0036】

R^{201} 、 R^{202} 、 R^{203} 、 R^{204} 、 R^{205} 、 R^{206} 、 R^{207} 、 R^{208} はそれぞれ水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルケニル基、フッ素原子、シアノ基、アミノ基(ジアリールアミノ基等を含む。)、置換基どうしが結合して環構造(例えばベンゾ縮環)を形成する基が好ましく、水素原子、アルキル基、アリール基、ジアリールア

ミノ基、置換基どうしが結合して環構造（例えばベンゾ縮環）を形成する基がより好ましく、水素原子、アリール基、置換基どうしが結合して環構造（例えばベンゾ縮環）を形成する基がさらに好ましい。

【0037】

R^{201} 、 R^{202} はそれぞれ水素原子、アリール基、結合して縮環構造を形成する基が好ましく、アリール基、結合して縮環構造を形成する基がより好ましく、結合して縮環構造を形成する基がさらに好ましい。

【0038】

R^{203} 、 R^{204} 、 R^{207} 、 R^{208} はそれぞれ水素原子、アルキル基、アリール基が好ましく、水素原子、アリール基がより好ましく、水素原子がさらに好ましい。

【0039】

R^{205} 、 R^{206} はそれぞれ水素原子、アリール基、結合して縮環構造（ベンゾ縮環など）を形成する基、アミノ基（ジアリールアミノ基等を含む。）が好ましく、水素原子、結合して縮環構造（ベンゾ縮環など）を形成する基、ジアリールアミノ基がより好ましく、水素原子、結合して縮環構造（ベンゾ縮環など）を形成する基がさらに好ましい。

【0040】

以下、一般式（3）について説明する。

R^{301} 、 R^{302} 、 R^{303} 、 R^{304} 、 R^{305} 、 R^{306} 、 R^{307} 、 R^{308} 、 R^{309} 、 R^{310} 、 R^{311} 、 R^{312} は、それぞれ水素原子または置換基を表す。置換基としては、前記 R^{101} で説明した基が挙げられる。 R^{301} 、 R^{302} 、 R^{303} 、 R^{304} 、 R^{305} 、 R^{306} 、 R^{307} 、 R^{308} 、 R^{309} 、 R^{310} 、 R^{311} 、 R^{312} で表される置換基どうしは結合して環構造（例えばベンゾ縮環）を形成しても良い。

【0041】

R^{301} 、 R^{302} 、 R^{303} 、 R^{304} 、 R^{305} 、 R^{306} 、 R^{307} 、 R^{308} 、 R^{309} 、 R^{310} 、 R^{311} 、 R^{312} はそれぞれ水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルケニル基、フッ素原子、シアノ基、アミノ基（ジアリールアミノ基等を含む。）が好ましく、水素原子、アルキル基、アリール基、ジアリールアミノ基がより好ましく、水素原子、アリール基がさらに好ましい。

【0042】

R^{302} 、 R^{305} 、 R^{308} 、 R^{311} は水素原子、アリール基、アルキル基が好ましく、水素原子、アルキル基がより好ましい。

【0043】

R^{301} 、 R^{306} 、 R^{307} 、 R^{312} は水素原子、アリール基、アミノ基（ジアリールアミノ基等を含む。）、が好ましく、水素原子、ジアリールアミノ基がより好ましい。

【0044】

R^{302} 、 R^{303} 、 R^{304} 、 R^{305} 、 R^{308} 、 R^{309} 、 R^{310} 、 R^{311} は水素原子、アリール基、アルキル基が好ましく、水素原子、アルキル基がより好ましく、水素原子がさらに好ましい。

【0045】

以下、一般式（4）について説明する。

R^{401} 、 R^{402} 、 R^{403} 、 R^{404} 、 R^{405} 、 R^{406} 、 R^{407} 、 R^{408} 、 R^{409} 、 R^{410} 、 R^{411} 、 R^{412} はそれぞれ水素原子または置換基を表す。置換基としては、前記 R^{101} で説明した基が挙げられる。 R^{401} 、 R^{402} 、 R^{403} 、 R^{404} 、 R^{405} 、 R^{406} 、 R^{407} 、 R^{408} 、 R^{409} 、 R^{410} 、 R^{411} 、 R^{412} で表される置換基どうしは結合して環構造（例えばベンゾ縮環）を形成しても良い。

【0046】

R^{401} 、 R^{402} 、 R^{403} 、 R^{404} 、 R^{405} 、 R^{406} 、 R^{407} 、 R^{408} 、 R^{409} 、 R^{410} 、 R^{411} 、 R^{412} はそれぞれ水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルケニル基、フッ素原子、シアノ基、アミノ基（ジアリールアミノ基等を含む。）、が好ましく、水素原子、アルキル基、アリール基、ジアリールアミノ基がより好ましく、水素原子

、アリール基がさらに好ましい。

【0047】

R^{401} 、 R^{402} 、 R^{405} 、 R^{406} 、 R^{407} 、 R^{408} 、 R^{411} 、 R^{412} はそれぞれ水素原子、アリール基、アルキル基が好ましく、水素原子、アルキル基がより好ましく、水素原子がさらに好ましい。

【0048】

R^{403} 、 R^{404} 、 R^{409} 、 R^{410} はそれぞれ水素原子、アリール基、ヘテロアリール基が好ましく、アリール基、ヘテロアリール基がより好ましく、アリール基がさらに好ましい。

【0049】

一般式(5)について説明する。 R^{501} 、 R^{502} 、 R^{503} 、 R^{504} 、 R^{505} 、 R^{506} 、 R^{507} 、 R^{508} 、 R^{509} 、 R^{510} はそれぞれ水素原子または置換基を表す。置換基としては、前記 R^{101} で説明した基が挙げられる。 R^{501} 、 R^{502} 、 R^{503} 、 R^{504} 、 R^{505} 、 R^{506} 、 R^{507} 、 R^{508} 、 R^{509} 、 R^{510} で表される置換基どうしは結合して環構造(例えばベンゾ縮環)を形成しても良い。

【0050】

R^{501} 、 R^{502} 、 R^{503} 、 R^{504} 、 R^{505} 、 R^{506} 、 R^{507} 、 R^{508} 、 R^{509} 、 R^{510} はそれぞれ水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルケニル基、フッ素原子、シアノ基、アミノ基(ジアリールアミノ基等を含む。)、が好ましく、水素原子、アルキル基、アリール基、ジアリールアミノ基がより好ましく、水素原子、アリール基がさらに好ましい。

【0051】

R^{502} 、 R^{505} 、 R^{507} 、 R^{510} はそれぞれ水素原子、アリール基、アルキル基、アミノ基(ジアリールアミノ基等を含む。)、が好ましく、水素原子、アリール基、ジアリールアミノ基がより好ましく、水素原子、アリール基がさらに好ましい。

【0052】

R^{501} 、 R^{503} 、 R^{504} 、 R^{506} 、 R^{508} 、 R^{509} は水素原子、アルキル基、アリール基が好ましく、水素原子、アリール基がより好ましく、水素原子がさらに好ましい。

【0053】

本発明の発光素子は、発光層中に少なくとも一つのホスト材料を含有し、ホスト材料が錯体であることが好ましい。錯体中のイオンとしてはホウ素イオン、または、金属イオンが好ましく、ホウ素イオン、マグネシウムイオン、ベリリウムイオン、亜鉛イオン、アルミニウムイオン、ガリウムイオン、インジウムイオンがより好ましく、ホウ素イオン、亜鉛イオン、アルミニウムイオン、ガリウムイオンがさらに好ましく、亜鉛イオン、アルミニウムイオンが特に好ましい。

【0054】

錯体中の配位子としては、特に限定されないが、2座の配位子を有することが好ましく、酸素-窒素で配位する2座の配位子、酸素-酸素で配位する2座の配位子、窒素-窒素で配位する2座の配位子を有することがより好ましく、酸素-窒素で配位する2座の配位子、窒素-窒素で配位する2座の配位子を有することがさらに好ましく、酸素-窒素で配位する2座の配位子を有することが特に好ましい。

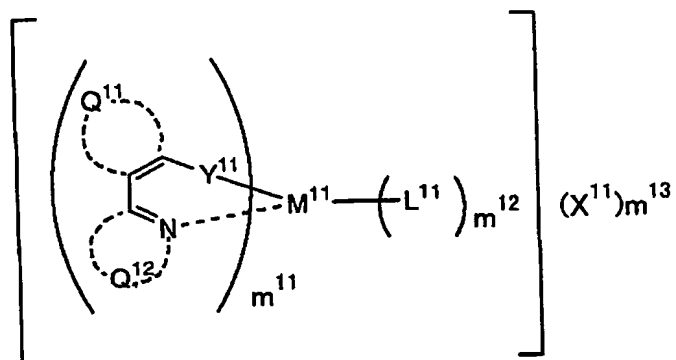
【0055】

本発明におけるホスト材料の錯体としては、一般式(11)、(12)、(13)で表される化合物が好ましく(より好ましくは一般式(11)、(12)、さらに好ましくは一般式(11))、一般式(15)、(16)で表される化合物がより好ましく(より好ましくは一般式(15))、一般式(17)で表される化合物がさらに好ましい。

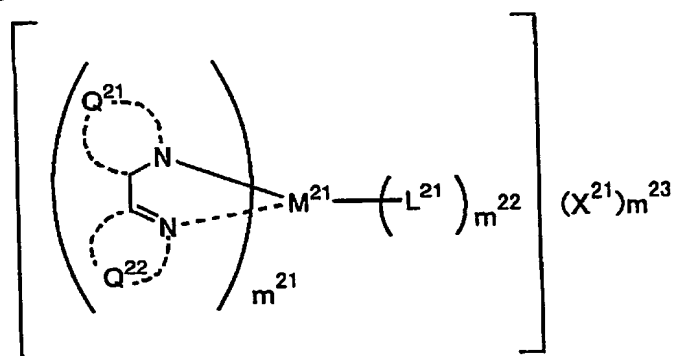
【0056】

【化 2】

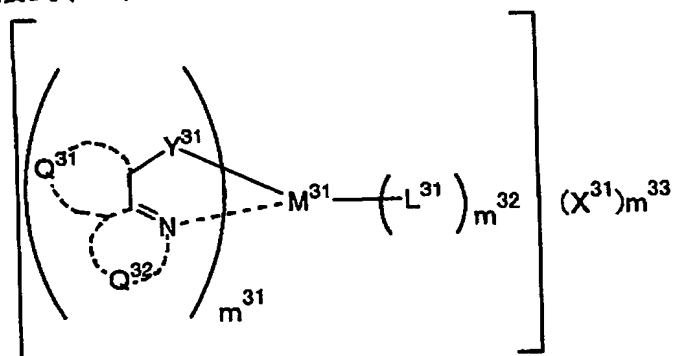
一般式(11)



一般式(12)



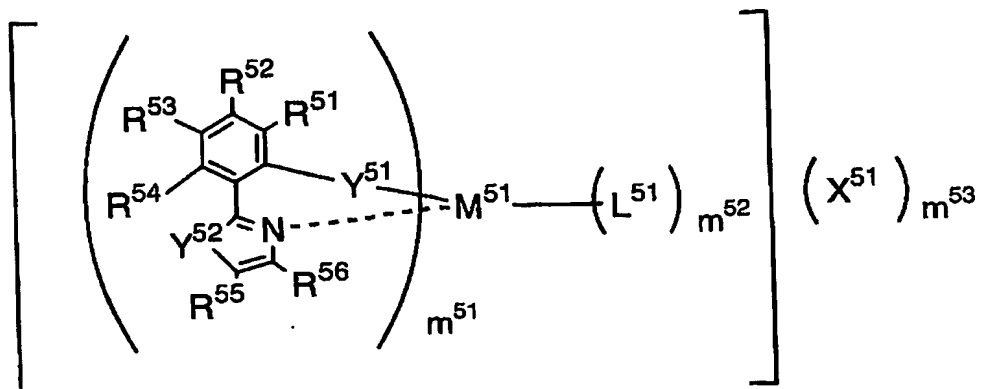
一般式(13)



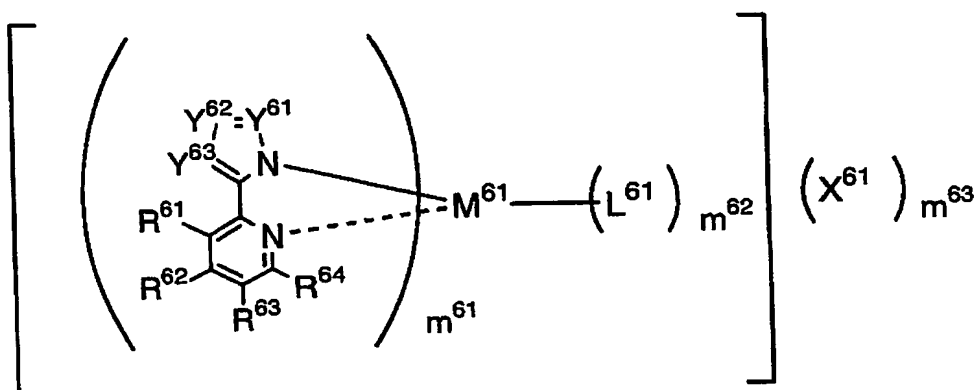
【0057】

【化 3】

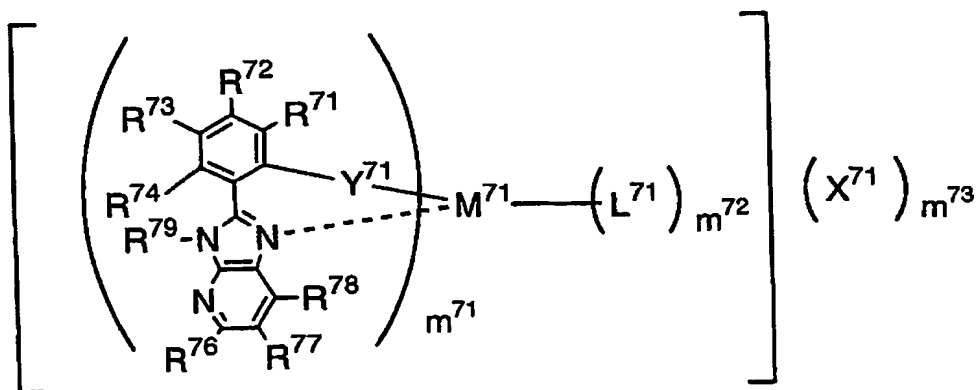
一般式 (15)



一般式 (16)



一般式 (17)



【0058】

一般式 (11) について説明する。M¹¹ はホウ素イオン、または、金属イオンを表す。ホウ素イオン、マグネシウムイオン、ベリリウムイオン、亜鉛イオン、アルミニウムイオン、ガリウムイオン、インジウムイオンが好ましく、ホウ素イオン、亜鉛イオン、アルミ

ニウムイオン、ガリウムイオンがより好ましく、亜鉛イオン、アルミニウムイオンがさらに好ましい。

【0059】

Y¹¹は酸素原子、硫黄原子、置換または無置換の窒素原子を表す。窒素上の置換基としては、例えば、アルキル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～10であり、例えばメチル、エチル、i s o -プロピル、t e r t -ブチル、n -オクチル、n -デシル、n -ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。）、アルケニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばビニル、アリル、2 -ブテニル、3 -ペンテニルなどが挙げられる。）、アルキニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばプロパルギル、3 -ペンチニルなどが挙げられる。）、アリール基（好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニル、p -メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。）、アシル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。）、アルコキシカルボニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。）、アリールオキシカルボニル基（好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。）、スルホニル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。）、ヘテロ環基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、チエニル、ピペリジル、モルホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベンズチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基などが挙げられる。）、シリル基（好ましくは炭素数3～40、より好ましくは炭素数3～30、特に好ましくは炭素数3～24であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。）などが挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよい。

【0060】

Y¹¹は酸素原子、置換窒素原子（置換基としてはアシル基、スルホニル基、ホスホニル基が好ましい）が好ましく、酸素原子がより好ましい。

【0061】

Q¹¹は芳香環を形成するに必要な原子群を表す。Q¹¹で形成される芳香環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、フェナンスレン環、アントラセン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、トリアジン環、ピラゾール環、イミダゾール環、トリアゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、フラン環、チオフエン環、及び、これらの縮環体（ベンゾチオフエンなど）が挙げられ、ベンゼン環、ピリジン環が好ましく、ベンゼン環がより好ましい。

【0062】

Q¹¹で形成される芳香環は置換基を有していても良い。置換基としては、前記R¹⁰¹で説明した基が挙げられる。

【0063】

Q¹¹上の置換基としては、アルキル基、アルケニル基、アリール基、ヘテロアリール基、フッ素原子、アルコキシ基が好ましく、アルキル基、アリール基がより好ましく、アルキル基がさらに好ましい。

【0064】

Q¹²は含窒素ヘテロ環を形成するに必要な原子群を表す。Q¹²で形成される含窒素ヘテロ環としては特に限定されないが、例えば、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、

ピリダジン環、トリアジン環、チアゾール環、オキサゾール環、ピロール環、イミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、及び、それらを含む縮環体（例えば、キノリン環、ベンズオキサゾール環、ベンズイミダゾール環、インドレニン環、イミダゾピリジン環など）が挙げられ、ピリジン環、ベンズオキサゾール環、ベンズイミダゾール環、イミダゾピリジン環が好ましく、ピリジン環、ベンズイミダゾール環、イミダゾピリジン環がより好ましく、イミダゾピリジン環がさらに好ましい。

【0065】

Q^{12} で形成される含窒素ヘテロ環は置換基有していても良く、置換基としては前記 Q^{11} で説明した基が挙げられ、好ましい範囲も同じである。

【0066】

L^{11} は配位子を表す。配位子としては、例えば、「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」Springer-Verlag社 H. Yersin著 1987年発行、「有機金属化学—基礎と応用—」裳華房社 山本明夫著 1982年発行 等に記載の配位子が挙げられ、好ましくは置換オキシ配位子（メタルオキシ配位子（例えば配位子が置換したアルミニウムオキシ配位子）、シロキシ配位子（トリフェニルシロキシ配位子など）、アリールオキシ配位子、（ビフェニルオキシ配位子など）、アルコキシ配位子（イソプロポキシ配位子など）、アリールチオ配位子（フェニルチオ配位子など）、アルキルチオ配位子（ t -ブチルチオ基など））、ハロゲン配位子（塩素配位子、フッ素配位子など）、含窒素ヘテロ環配位子（例えばビピリジル配位子、フェナントロリン配位子、フェニルピリジン配位子、ピラゾリルピリジン配位子、ベンズイミダゾリルピリジン配位子、ピコリン酸配位子、チエニルピリジン配位子、ピラゾリルピリジン配位子、イミダゾリルピリジン配位子、トリアゾリルピリジン配位子、ピラゾリルベンズオキサゾール配位子、及び、それらの縮環体（例えばフェニルキノリン配位子、ベンズチエニルピリジン配位子、ビキノリン配位子、など）など）、ジケトン配位子（例えばアセチルアセトン配位子）、ニトリル配位子（例えばアセトニトリル配位子など）、CO配位子、イソニトリル配位子（例えば t -ブチルイソニトリル配位子など）、りん配位子（例えば、ホスフィン誘導体、亜りん酸エステル誘導体、ホスフィニン誘導体など）、カルボン酸配位子（例えば酢酸配位子など）であり、より好ましくはジケトン配位子、2座の含窒素ヘテロ環配位子、置換オキシ配位子であり、さらに好ましくは、2座の含窒素ヘテロ環配位子、置換オキシ配位子である。

【0067】

X^{11} は対イオンを表す。対イオンとしては、特に限定されないが、好ましくはアルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオン、ハロゲンイオン、パークロレートイオン、 PF_6 イオン、アンモニウムイオン（例えばテトラメチルアンモニウムイオンなど）、ボレートイオン、ホスホニウムイオンであり、より好ましくはパークロレートイオン、 PF_6 イオンである。

【0068】

m^{11} は1～4の整数を表し、1～3が好ましく、2、3がより好ましい。 m^{11} が複数のときは、複数の2座配位子は同じであっても異なっても良い。

【0069】

m^{12} は0～4の整数を表し、0～2が好ましく、0、1がより好ましく、0がさらに好ましい。 m^{12} が複数のときは、複数の L^{11} は同じであっても異なっても良い。

【0070】

m^{13} は0～3の整数を表し、0、1が好ましく、0がより好ましい。

【0071】

以下に、一般式(12)について説明する。

M^{21} 、 Q^{22} 、 L^{21} 、 X^{21} 、 m^{21} 、 m^{22} 、 m^{23} は前記 M^{11} 、 Q^{12} 、 L^{11} 、 X^{11} 、 m^{11} 、 m^{12} 、 m^{13} と同義であり、好ましい範囲も同じである。

【0072】

Q^{21} は含窒素芳香環を形成するに必要な原子群を表す。 Q^{21} で形成される含窒素ヘテロ環としては特に限定されないが、例えば、ピロール環、イミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環、及び、それらを含む縮環体（例えば、インドール環、ベンズイミダゾール環、ベンズピラゾール環など）が挙げられ、ピロール環、イミダゾール環、ピラゾール環、インドール環、ベンズイミダゾール環が好ましく、ピラゾール環、インドール環、ベンズイミダゾール環がより好ましく、ピラゾール環がさらに好ましい。

【0073】

以下に、一般式(13)について説明する。

M^{31} 、 Y^{31} 、 Q^{31} 、 Q^{32} 、 L^{31} 、 X^{31} 、 m^{31} 、 m^{32} 、 m^{33} はそれぞれ前記 M^{11} 、 Y^{11} 、 Q^{11} 、 Q^{12} 、 L^{11} 、 X^{11} 、 m^{11} 、 m^{12} 、 m^{13} とそれぞれ同義であり、好ましい範囲も同じである。

【0074】

以下に、一般式(15)について説明する。

M^{51} 、 Y^{51} 、 L^{51} 、 X^{51} 、 m^{51} 、 m^{52} 、 m^{53} はそれぞれ前記 M^{11} 、 Y^{11} 、 L^{11} 、 X^{11} 、 m^{11} 、 m^{12} 、 m^{13} と同義であり、好ましい範囲も同じである。

【0075】

R^{51} 、 R^{52} 、 R^{53} 、 R^{54} はそれぞれ水素原子、または、置換基を表す。置換基同士が結合して環構造（例えばベンゼン環、ピリジン環、ナフタレン環、フェナンスレン環など）を形成しても良い。置換基としては前記 Q^{11} 上の置換基で説明した基が挙げられる。 R^{51} 、 R^{52} 、 R^{53} 、 R^{54} は水素原子、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、ハロゲン原子、結合して芳香環を形成する基が好ましく、水素原子、アルキル基、結合して芳香環を形成する基がより好ましく、水素原子がさらに好ましい。

【0076】

R^{55} 、 R^{56} は置換基を表す。置換基どうしが結合して環構造を形成しても良い。 R^{55} 、 R^{56} はアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、結合して芳香環を形成する基が好ましく、アリール基、結合して芳香環を形成する基がより好ましく、結合して芳香環を形成する基がさらに好ましく、結合して含窒素ヘテロ環を形成する基が特に好ましい。

【0077】

Y^{52} は酸素原子、硫黄原子、置換又は無置換の窒素原子を表す。 Y^{52} は酸素原子、置換窒素原子（窒素原子上の置換基としてはアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基が好ましく、アルキル基、アリール基がより好ましく、アリール基がさらに好ましい）が好ましく、置換窒素原子がより好ましく、アリール基置換窒素原子がさらに好ましい。

【0078】

以下、一般式(16)について説明する。

M^{61} 、 L^{61} 、 X^{61} 、 m^{61} 、 m^{62} 、 m^{63} はそれぞれ前記 M^{51} 、 L^{51} 、 X^{51} 、 m^{51} 、 m^{52} 、 m^{53} と同義であり、好ましい範囲も同じである。

【0079】

R^{61} 、 R^{62} 、 R^{63} 、 R^{64} はそれぞれ水素原子、または、置換基を表す。置換基同士が結合して環構造（例えばベンゼン環、ピリジン環、ナフタレン環、フェナンスレン環など）を形成しても良い。置換基としては前記 Q^{11} 上の置換基で説明した基が挙げられる。 R^{61} 、 R^{62} 、 R^{63} 、 R^{64} は水素原子、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、ハロゲン原子、結合して芳香環を形成する基が好ましく、水素原子、アルキル基、結合して芳香環を形成する基がより好ましく、水素原子がさらに好ましい。

【0080】

Y^{61} 、 Y^{62} 、 Y^{63} は窒素原子、置換又は無置換の炭素原子を表す。炭素原子上の置換基としては前記 Q^{11} 上の置換基で説明した基が挙げられる。 Y^{61} は窒素原子が好ましい。 Y^{62} は置換または無置換の炭素原子（置換基としてはアルキル基、アリール基が好ましい）が好ましく、置換炭素原子がより好ましい。 Y^{63} は置換または無置換の炭素原子が好ましく、無置換の炭素原子がより好ましい。

【0081】

以下、一般式(17)について説明する。

M^{71} 、 Y^{71} 、 L^{71} 、 X^{71} 、 m^{71} 、 m^{72} 、 m^{73} 、 R^{71} 、 R^{72} 、 R^{73} 、 R^{74} はそれぞれ前記 M^{51} 、 Y^{51} 、 L^{51} 、 X^{51} 、 m^{51} 、 m^{52} 、 m^{53} 、 R^{51} 、 R^{52} 、 R^{53} 、 R^{54} と同義であり、好ましい範囲も同じである。

【0082】

R^{79} は置換基を表し、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基が好ましく、アルキル基、アリール基がより好ましく、アリール基がさらに好ましい。

【0083】

R^{76} 、 R^{77} 、 R^{78} はそれぞれ水素原子または置換基を表す。置換基同士が結合して環構造を形成しても良い。置換基としては前記 Q^{11} 上の置換基で説明した基が挙げられる。 R^{76} 、 R^{77} 、 R^{78} は水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、置換基同士が結合して環構造を形成する基が好ましく、水素原子、アルキル基、アリール基がより好ましく、水素原子、アルキル基がさらに好ましく、水素原子が特に好ましい。

【0084】

本発明の発光素子は電子輸送層を含有し、電子輸送層が非錯体化合物であることが好ましい。非錯体化合物としては、特に限定されないが、含窒素ヘテロ環化合物が好ましい。

【0085】

含窒素ヘテロ環化合物としては特に限定されないが、6員環芳香族含窒素ヘテロ環化合物、または、5員環芳香族含窒素ヘテロ環化合物が好ましく、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、トリアジン、キノキサリン、キノリン、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、オキサゾール、チアゾール、オキサジアゾール、チアジアゾール、及び、これらの誘導体(例えばテトラフェニルピリジン、ベンゾイミダゾール、イミダゾピリジンなど)がより好ましく、イミダゾール誘導体がさらに好ましく、イミダゾピリジン誘導体が特に好ましい。

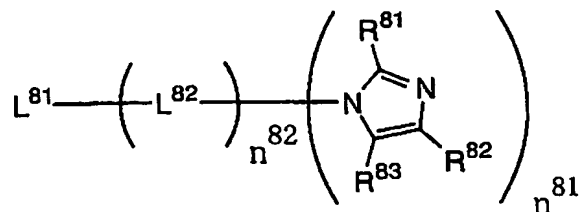
【0086】

本発明の電子輸送層を構成する含窒素ヘテロ環化合物は、一般式(18)、(19)で表される化合物が好ましく、一般式(19)で表される化合物がより好ましく、一般式(20)で表される化合物がさらに好ましい。

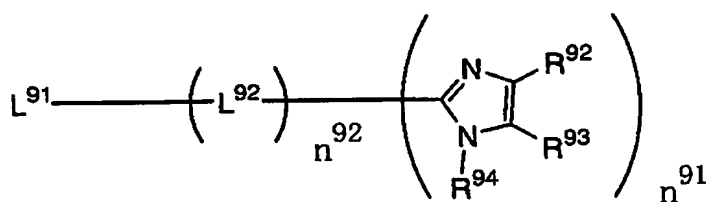
【0087】

【化 4】

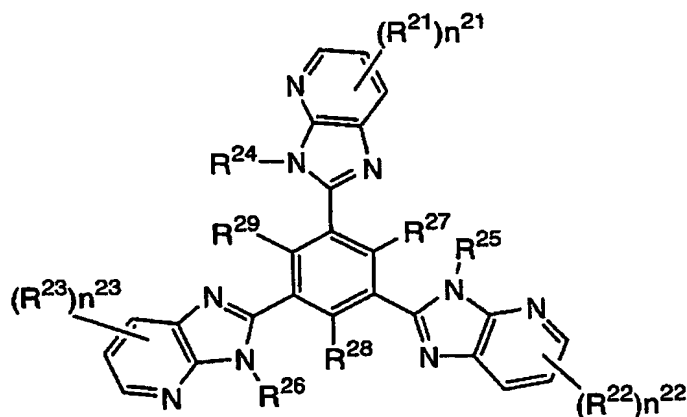
一般式(18)



一般式(19)



一般式(20)



【0088】

以下に、一般式(18)について説明する。

R^{81} 、 R^{82} 、 R^{83} はそれぞれ水素原子または置換基を表す。置換基としては例えば前記 R^{101} で説明した基が挙げられる。

【0089】

R^{81} はアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基が好ましく、アルキル基、アリール基がより好ましく、アルキル基がさらに好ましい。

【0090】

R^{82} 、 R^{83} はそれぞれアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、結合して芳香環を形成する基が好ましく、結合して芳香環を形成する基がより好ましい。

【0091】

L^{81} は連結基を表す。 L^{81} は好ましくはアリール連結基、ヘテロアリール連結基、アルキル連結基であり、より好ましくはアリール連結基、ヘテロアリール連結基であり、さら

に好ましくは、含窒素ヘテロアリール連結基である。

【0092】

n^{81} は 2 以上の整数を表す。 n^{81} は 2 ~ 6 が好ましく、3 ~ 4 がより好ましい。

【0093】

L^{82} は 2 個の連結基を表す。 L^{82} はアルキレン基、アリーレン基、ヘテロアリーレン基、酸素連結基、カルボニル連結基、アミノ連結基が好ましく、アルキレン基、アリーレン基がより好ましい。

【0094】

n^{82} は 0 ~ 6 の整数を表し、0 ~ 3 が好ましく、0、1 がより好ましい。 n^{82} が複数の場合、複数の L^{82} は同じであっても異なっても良い。

【0095】

一般式 (19) について説明する。 R^{92} 、 R^{93} はそれぞれ水素原子または置換基を表す。置換基としては例えば前記 R^{101} で説明した基が挙げられる。

【0096】

R^{92} 、 R^{93} はそれぞれアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、結合して芳香環を形成する基が好ましく、結合して芳香環を形成する基がより好ましく、結合して含窒素芳香環を形成する基がさらに好ましい。

【0097】

R^{94} は水素原子または置換基を表す。置換基としては、例えば、前記窒素原子上の置換基で説明した基が挙げられる。 R^{94} はアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基が好ましく、アリール基、ヘテロアリール基がより好ましく、アリール基がさらに好ましい。

【0098】

L^{91} 、 L^{92} 、 n^{91} 、 n^{92} はそれぞれ前記 L^{81} 、 L^{82} 、 n^{81} 、 n^{82} と同義であり、好ましい範囲も同じである。

【0099】

以下、一般式 (20) について説明する。

R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} はそれぞれ置換基を表す。置換基としては前記 R^{101} で説明した基が挙げられる。 R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} はアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、フッ素原子が好ましく、アルキル基、アリール基がより好ましく、アリール基がさらに好ましい。

。

【0100】

n^{21} 、 n^{22} 、 n^{23} はそれぞれ 0 ~ 3 の整数を表し、0 ~ 1 が好ましく、0 がより好ましい。 n^{21} 、 n^{22} 、 n^{23} が複数のときは、複数の R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} はそれぞれ同じであっても異なっても良い。

【0101】

R^{24} 、 R^{25} 、 R^{26} はそれぞれ置換基を表す。置換基としては、前記窒素原子上の置換基で説明した基が挙げられる。 R^{24} 、 R^{25} 、 R^{26} はアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基が好ましく、アリール基、ヘテロアリール基がより好ましく、アリール基がさらに好ましい。

【0102】

R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} はそれぞれ水素原子または置換基を表す。置換基としては前記 R^{101} で説明した基が挙げられる。 R^{27} 、 R^{28} 、 R^{29} は水素原子、アルキル基、アリール基が好ましく、水素原子、アリール基がより好ましく、水素原子がさらに好ましい。

【0103】

本発明の発光素子は、ホール輸送層、発光層、電子輸送層を少なくとも有し、電圧印加時に蛍光発光する化合物を該発光層中に有し、かつ、該発光層中に含まれる該蛍光発光する化合物からの発光が、該素子から得られる総発光の 80 % 以上であることが

の点で好ましく、85 % 以上であることがより好ましく、90 % 以上であることが特に好ましい。

素子から得られる発光は、該発光層中含まれる蛍光発光化合物以外に、増幅剤からの発

光、ホスト材料からの発光、電子輸送層からの発光、ホール輸送層からの発光などがある。

【0104】

前記増幅剤の発光割合を少なくすることは、発光のレスポンスを向上できる点で好ましい。また、ホスト材料、電子輸送層、ホール輸送層からの発光を少なくすることは、増幅されていない発光を少なくすることに相当し、素子の効率を向上させることができる点で好ましい。

【0105】

本発明の素子においては、電圧印加時に蛍光発光する化合物の発光極大波長と増幅剤の発光極大波長の差が -20 nm 以上 70 nm 以下であることが好ましく、 -10 nm 以上 65 nm 以下であることがより好ましく、 -5 nm 以上 60 nm 以下であることがさらに好ましい。ここで、該発光極大波長の差とは、「(蛍光発光する化合物の発光極大波長 nm) - (増幅剤の発光極大波長 nm)」を意味する。

電圧印加時に蛍光発光する化合物の発光極大波長は、 20°C で素子を発光させた時の値を用いることができる。増感剤の発光極大波長は、発光のうち、増感剤に由来する発光の値、もしくは、増感剤とホスト材料を混合した固体膜のフォトルミネッセンスの値を用いることができる。

本発明においては、素子の発光極大波長は、浜松ホトニクス社製 PMA-11 で、フォトルミネッセンスは、島津製作所製 RF-5300PC で測定した。

【0106】

本発明の素子において、増幅剤の発光極大波長と、電圧印加時に蛍光発光する化合物の吸収極大波長との関係は、増幅剤の発光極大波長と電圧印加時に蛍光発光する化合物の吸収極大波長の差が -20 nm 以上 60 nm 以下であることが好ましく、 -20 nm 以上 50 nm 以下であることがより好ましく、 -20 nm 以上 40 nm 以下であることがさらに好ましく、 -20 nm 以上 -30 nm 以下であることが特に好ましい。ここで、吸収極大波長の差とは、「(増幅剤の発光極大波長) - (電圧印加時に蛍光発光する化合物の吸収極大波長)」を意味する。該蛍光発光する化合物の吸収極大波長は、 20°C における固体膜中の値、もしくは、溶液中の値 (トルエン、または、クロロホルムなどの溶媒、濃度 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ など) を用いることができ、本発明においては、タイムオブフライト装置を用いて測定した。

【0107】

本発明の発光素子は、ホール輸送層、発光層、電子輸送層を少なくとも有し、電圧印加時に蛍光発光する化合物、増幅剤、及び、ホスト材料を発光層中に有し、かつ、増幅剤により発光強度が増幅する蛍光発光化合物を、増幅剤に置き換えた素子の外部量子効率が効率、耐久性の点で、 10% 以上であることが好ましく、 15% 以上であることがより好ましく、 18% 以上であることがさらに好ましく、 21% 以上であることが特に好ましい。蛍光発光する化合物を増幅剤に置き換えるとは、例えば、本発明の実施例 1 と参考例 1 の関係のことを言う。

【0108】

本発明のホール輸送層、発光層、電子輸送層を有する発光素子においては、発光層と電子輸送層の間にホールブロック層、もしくは、励起子ブロック層を持たない素子が好ましい。また、発光層と電極の間には、電子輸送層一層のみがあることが好ましい。

【0109】

ホールブロック層とは、陽極から注入されたホールをブロックする機能を有するものであり、また、励起子ブロック層とは、発光層で生成した励起子をブロックし、発光領域を限定する機能を有するものであり、特許文献 2、及び、比較例 1 に記載の BCP これに相当する。

【0110】

本発明の発光層に含まれるホスト材料のイオン化ポテンシャルは、駆動電圧、効率の点で、 5.9 eV 以上 6.3 eV 以下であることが好ましく、 5.95 eV 以上 6.25 eV

V以下であることがより好ましく、6.0 eV以上6.2 eV以下であることがさらに好ましい。

【0111】

本発明のホスト材料の電子移動度は、駆動電圧、効率の点で、 $1 \times 10^{-6} \text{ V s / cm}$ 以上、 $1 \times 10^{-1} \text{ V s / cm}$ 以下であることが好ましく、 $5 \times 10^{-6} \text{ V s / cm}$ 以上 $1 \times 10^{-2} \text{ V s / cm}$ 以下であることがより好ましく、 $1 \times 10^{-5} \text{ V s / cm}$ 以上 $1 \times 10^{-2} \text{ V s / cm}$ 以下であることがさらに好ましく、 $5 \times 10^{-5} \text{ V s / cm}$ 以上 $1 \times 10^{-2} \text{ V s / cm}$ 以下であることが特に好ましい。

【0112】

本発明のホスト材料のホール移動度は、駆動電圧、効率の点で、 $1 \times 10^{-6} \text{ V s / cm}$ 以上、 $1 \times 10^{-1} \text{ V s / cm}$ 以下であることが好ましく、 $5 \times 10^{-6} \text{ V s / cm}$ 以上 $1 \times 10^{-2} \text{ V s / cm}$ 以下であることがより好ましく、 $1 \times 10^{-5} \text{ V s / cm}$ 以上 $1 \times 10^{-2} \text{ V s / cm}$ 以下であることがさらに好ましく、 $5 \times 10^{-5} \text{ V s / cm}$ 以上 $1 \times 10^{-2} \text{ V s / cm}$ 以下であることが特に好ましい。

【0113】

本発明の発光層に含まれるホスト材料の膜状態での蛍光波長は、効率の点で、400 nm以上650 nm以下であることが好ましく、420 nm以上600 nm以下であることがより好ましく、440 nm以上550 nm以下であることがさらに好ましい。

【0114】

本発明の発光素子は、発光層の中央部で発光することが好ましい。発光層の中央部で発光するということは、隣接する層（ホール輸送層、励起子ブロック層（もしくはホールブロック層）、電子輸送層）に三重項励起子をクエンチする化合物が存在しても、クエンチする物質が存在しない場合に比べて、外部量子効率の低下が少ない（例えば20%以内）点で、好ましい。逆に、この外部量子効率の低下で発光の位置を推定することができる。

【0115】

本発明の発光層に含まれるホスト材料のガラス転移点は耐熱性の点で、90℃以上400℃以下であることが好ましく、100℃以上380℃以下であることがより好ましく、120℃以上370℃以下であることがさらに好ましく、140℃以上360℃以下であることが特に好ましい。

【0116】

本発明の発光素子は、ホール輸送層、発光層、電子輸送層を少なくとも有し、該発光層が電圧印加時に蛍光発光する化合物を少なくとも一つ有する層と、増幅剤を少なくとも一つ有する層の交互積層構造を少なくとも一つ有することが、効率の点で好ましく、発光層が12層以上の交互積層構造で構成されていることが好ましく、発光層が16層以上の交互積層構造で構成されていることがさらに好ましい。

【0117】

本発明の交互積層膜を有する発光素子においては、次の(a)～(c)の手順を含む工程で交互積層膜を作製することが好ましい。(a) 蛍光発光する化合物もしくはその混合物を蒸着する。その際、増幅剤もしくはその混合物の蒸着を蒸着源付近に設置したシャッターで塞ぎ、増幅剤もしくはその混合物が作製中の素子に蒸着されることを抑制する。(b) 増幅剤もしくはその混合物を蒸着する。その際、蛍光化合物もしくはその混合物の蒸着を、蒸着源付近に設置したシャッターで塞ぎ、蛍光化合物もしくはその混合物が作製中の素子に蒸着されることを抑制する。(c) (a)、(b)の工程を繰り返す。各工程の切り替えは蒸着源付近に設置したシャッターの開閉で行う。例えば、実施例1に記載のプロセスがこれに相当する。

【0118】

また、本発明の交互積層膜を有する発光素子においては、次の(a)～(c)の手順を含む工程で交互積層膜を作製することが好ましい。(a) 増幅剤もしくはその混合物を蒸着する。その際、蛍光化合物もしくはその混合物の蒸着源を、蒸着源付近に設置したシャッターで塞ぎ、蛍光化合物もしくはその混合物が作製中の素子に蒸着されることを抑制

する。(b) 蛍光発光する化合物もしくはその混合物を蒸着する。その際、増幅剤もしくはその混合物の蒸着を、蒸着源付近に設置したシャッターで塞ぎ、増幅剤もしくはその混合物が作製中の素子に蒸着されることを抑制する。(c) (a)、(b)の工程を繰り返し行う。各工程の切り替えは蒸着源付近に設置したシャッターの開閉で行う。

【0119】

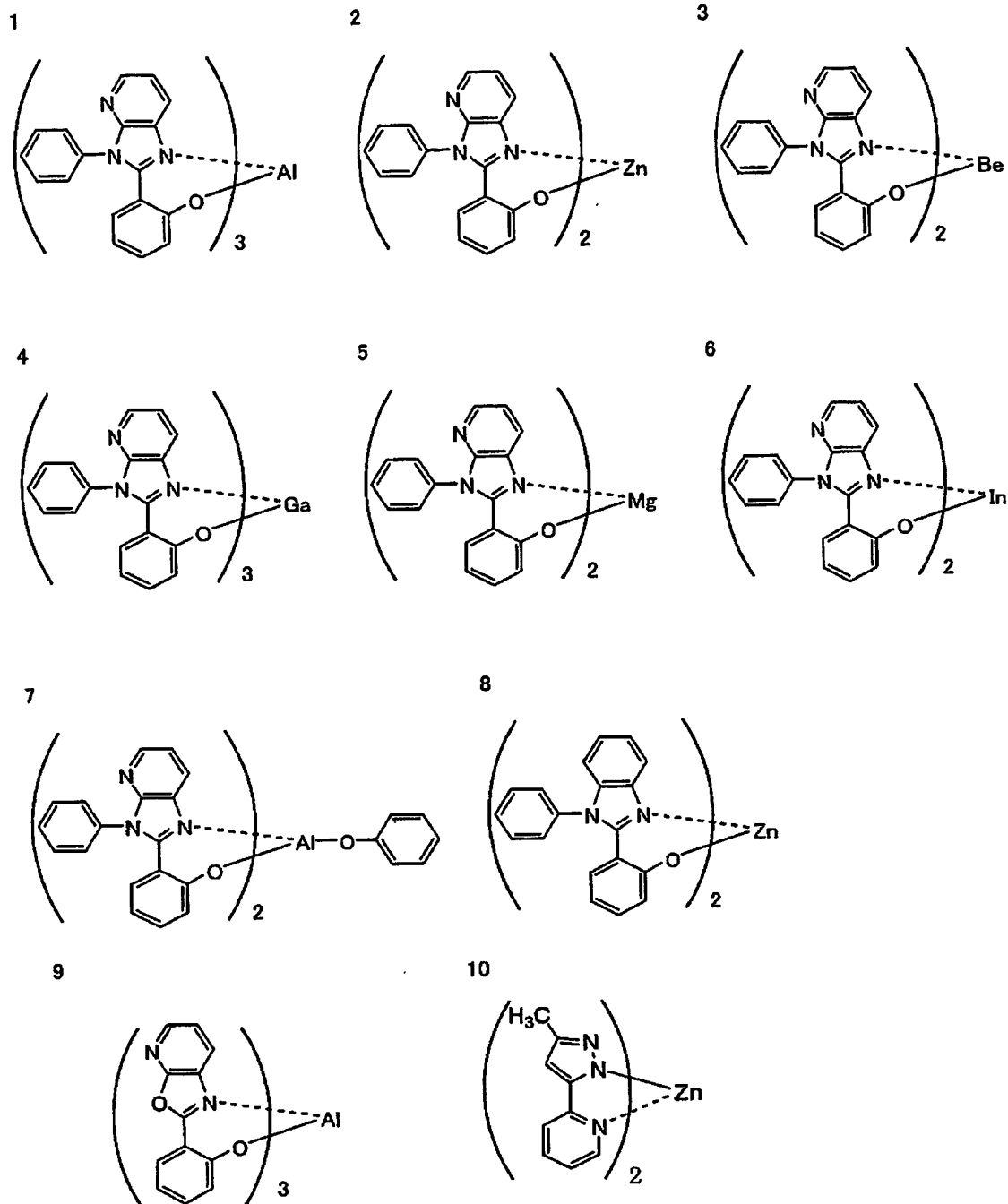
本発明における化合物（蛍光発光する化合物、増幅剤、ホスト材料、電子輸送材料、ホール輸送材料）は、低分子化合物であつても良く、また、オリゴマー化合物、ポリマー化合物（重量平均分子量（ポリスチレン換算）は好ましくは1000～5000000、より好ましくは2000～1000000、さらに好ましくは3000～100000である。）であっても良い。本発明における化合物は低分子化合物が好ましい。

【0120】

次に本発明における発光層のホスト材料として、前記錯体の化合物例を以下に示すが、本発明はこれに限定されない。

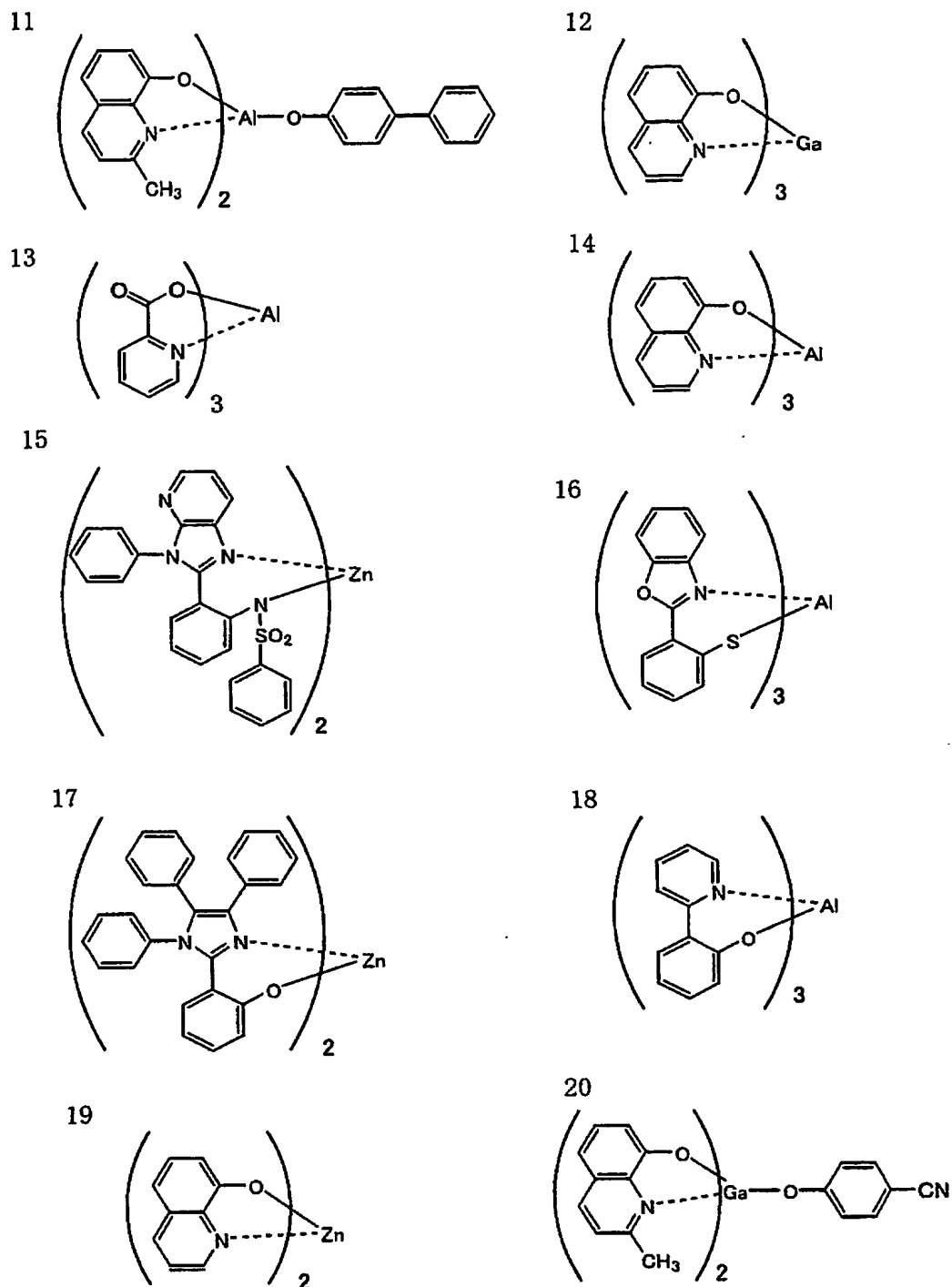
【0121】

【化5】



【0122】

【化6】



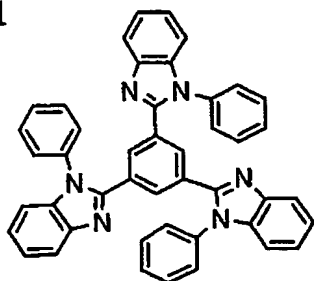
【0123】

本発明における電子輸送層の非錯体化合物として、前記含窒素ヘテロ環化合物の化合物例を以下に示すが、本発明はこれに限定されない。

【0124】

【化7】

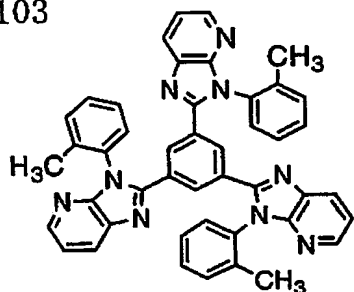
101



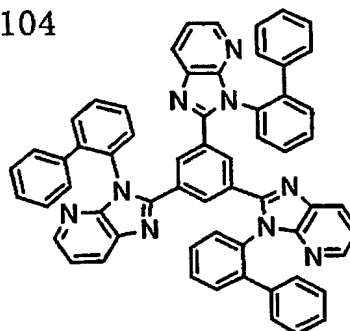
102



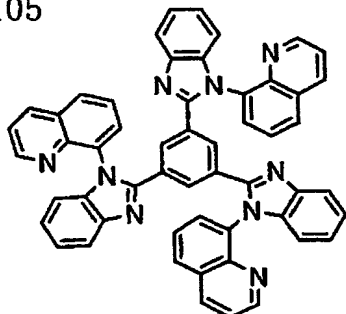
103



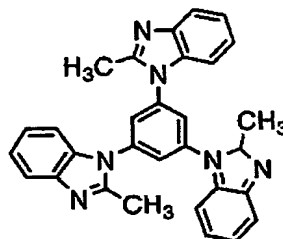
104



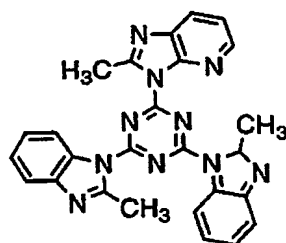
105



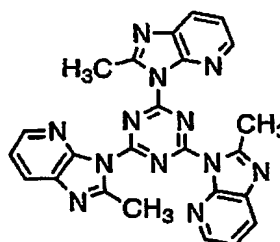
106



107



108



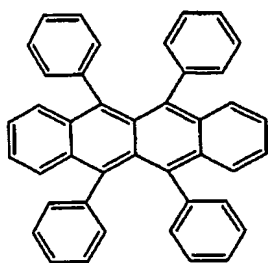
【0125】

本発明における発光層の蛍光発光化合物として、縮環芳香族化合物の化合物例を以下に示すが、本発明はこれに限定されない。

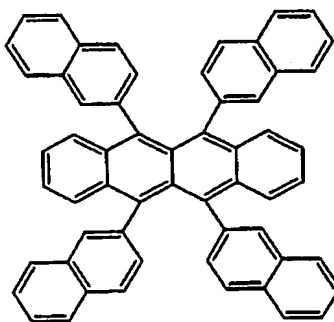
【0126】

【化 8】

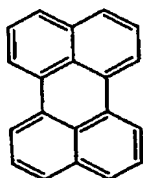
201



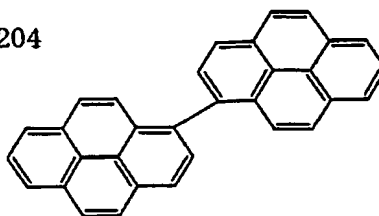
202



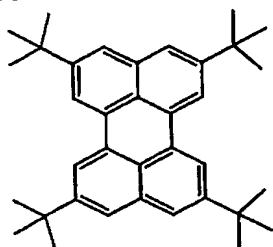
203



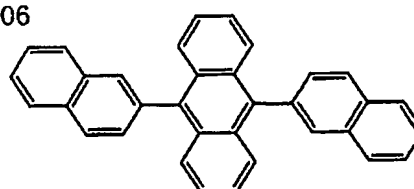
204



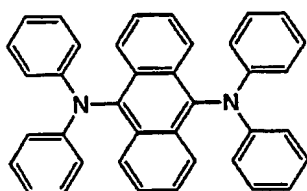
205



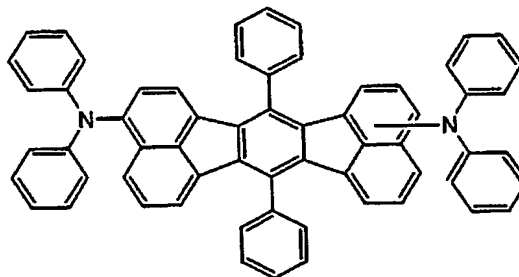
206



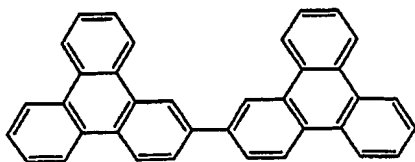
207



208



209



210



【0127】

次に、前記化合物を含有する本発明の発光素子に関して説明する。

本発明の発光素子は、システム、駆動方法、利用形態など特に問わない。代表的な発光素子として有機EL（エレクトロルミネッセンス）素子を挙げることができる。

【0128】

本発明の発光素子における有機層の形成方法は、特に限定されるものではないが、抵抗加熱蒸着、電子ビーム、スパッタリング、分子積層法、コーティング法（スプレーコート法、ディップコート法、含浸法、ロールコート法、グラビアコート法、リバースコート法、ロールブラッシュ法、エアナイフコート法、カーテンコート法、スピンコート法、フローコート法、バーコート法、マイクログラビアコート法、エアードクターコート、プレ

ードコート法、スクイズコート法、トランスファーロールコート法、キスコート法、キャストコート法、エクストルージョンコート法、ワイヤーバーコート法、スクリーンコート法等)、インクジェット法、印刷法、転写法などの方法が用いられ、特性面、製造面で抵抗加熱蒸着、コーティング法、転写法が好ましい。

【0129】

本発明の発光素子は、陽極、陰極の一对の電極間に発光層もしくは発光層を含む複数の有機化合物膜を形成した素子であり、発光層のほか正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、保護層などを有してもよく、また、これらの各層はそれぞれ他の機能を備えたものであってもよい。各層の形成には、それぞれ種々の材料を用いることができる。

【0130】

前記陽極は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層などに正孔を供給するものであり、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物などを用いることができ、好ましくは仕事関数が4 eV以上の材料である。

具体例としては酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化インジウムスズ(ITO)等の導電性金属酸化物、あるいは金、銀、クロム、ニッケル等の金属、さらにこれらの金属と導電性金属酸化物との混合物または積層物、ヨウ化銅、硫化銅などの無機導電性物質、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロールなどの有機導電性材料、およびこれらとITOとの積層物などが挙げられ、好ましくは、導電性金属酸化物であり、特に、生産性、高導電性、透明性等の点からITOが好ましい。

前記陽極の膜厚は、材料により適宜選択可能であるが、通常10 nm~5 μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは50 nm~1 μmであり、更に好ましくは100 nm~500 nmである。

【0131】

前記陽極は通常、ソーダライムガラス、無アルカリガラス、透明樹脂基板などの上に層形成したものが用いられる。ガラスを用いる場合、その材質については、ガラスからの溶出イオンを少なくするため、無アルカリガラスを用いることが好ましい。また、ソーダライムガラスを用いる場合、シリカなどのバリアコートを施したものを使用することが好ましい。基板の厚みは、機械的強度を保つのに十分であれば特に制限はないが、ガラスを用いる場合には、通常0.2 mm以上、好ましくは0.7 mm以上のものを用いる。

前記陽極の作製には、材料によって種々の方法が用いられるが、例えばITOの場合、電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、化学反応法(ゾルゲル法など)、酸化インジウムスズの分散物の塗布などの方法で膜形成される。

前記陽極は、洗浄その他の処理により、素子の駆動電圧を下げたり、発光効率を高めることも可能である。例えばITOの場合、UV-オゾン処理、プラズマ処理などが効果的である。

【0132】

前記陰極は、電子注入層、電子輸送層、発光層などに電子を供給するものであり、電子注入層、電子輸送層、発光層などの陰極と隣接する層との密着性やイオン化ポテンシャル、安定性等を考慮してその材料は選ばれる。

前記陰極の材料としては、金属、合金、金属ハロゲン化物、金属酸化物、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物を用いることができ、具体例としては、アルカリ金属(例えばLi、Na、K等)及びそのフッ化物または酸化物、アルカリ土類金属(例えばMg、Ca等)及びそのフッ化物または酸化物、金、銀、鉛、アルミニウム、ナトリウム-カリウム合金またはそれらの混合金属、リチウム-アルミニウム合金またはそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金またはそれらの混合金属、インジウム、イッテリビウム等の希土類金属等が挙げられ、好ましくは仕事関数が4 eV以下の材料であり、より好ましくはアルミニウム、リチウム-アルミニウム合金またはそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金またはそれらの混合金属等である。

陰極は、上記化合物及び混合物の単層構造だけでなく、上記化合物及び混合物を含む積層構造を取ることもできる。例えば、アルミニウム/フッ化リチウム、アルミニウム/酸

化リチウムの積層構造が好ましい。陰極の膜厚は、材料により適宜選択可能であるが、通常10nm～5μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは50nm～1μmであり、更に好ましくは100nm～1μmである。

前記陰極の作製には、電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、コーティング法、転写法などの方法が用いられ、金属を単体で蒸着することも、二成分以上を同時に蒸着することもできる。さらに、複数の金属を同時に蒸着して合金電極を形成することも可能であり、またあらかじめ調整した合金を蒸着させてもよい。

前記陽極及び陰極のシート抵抗は、低い方が好ましく、数百Ω/□以下が好ましい。

【0133】

前記発光層の材料は、電界印加時に陽極または正孔注入層、正孔輸送層から正孔を注入することができると共に、陰極または電子注入層、電子輸送層から電子を注入することができる機能や、注入された電荷を移動させる機能、正孔と電子の再結合の場を提供して発光させる機能を有する層を形成することができるものであれば何でもよく、本発明に用いられる前記化合物のほか、例えばベンゾオキサゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾチアゾール、スチリルベンゼン、ポリフェニル、ジフェニルブタジエン、テトラフェニルブタジエン、ナフタルイミド、クマリン、ペリレン、ペリノン、オキサジアゾール、アルダジン、ピラリジン、シクロペンタジエン、ビススチリルアントラセン、キナクリドン、ピロロピリジン、チアジアゾロピリジン、シクロペンタジエン、スチリルアミン、芳香族ジメチリدين化合物、8-キノリノールの金属錯体や希土類錯体に代表される各種金属錯体、ポリチオフェン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン等のポリマー化合物、有機シラン、イリジウムトリスフェニルピリジン錯体、及び、白金ポルフィリン錯体に代表される遷移金属錯体、及び、それらの誘導体等で、前記増幅剤及び前記ホスト材料以外のものが挙げられる。

前記発光層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常1nm～5μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5nm～1μmであり、更に好ましくは10nm～500nmである。

前記発光層の形成方法は、特に限定されるものではないが、抵抗加熱蒸着、電子ビーム、スパッタリング、分子積層法、コーティング法、インクジェット法、印刷法、LB法、転写法などの方法が用いられ、好ましくは抵抗加熱蒸着、コーティング法である。

【0134】

前記発光層は、単一化合物で形成されても良いし、複数の化合物で形成されても良い。また、発光層は、一つの層であっても複数の層であっても良く、それぞれの層が異なる発光色で発光して、例えば、白色を発光しても良い。単一の発光層から白色を発光しても良い。発光層が複数の場合は、それぞれの発光層は単一材料で形成されていても良いし、複数の化合物で形成されていても良い。

【0135】

前記正孔注入層、正孔輸送層の材料（以下、「正孔注入輸送材料」ともいう。）は、陽極から正孔を注入する機能、正孔を輸送する機能、陰極から注入された電子を障壁する機能のいずれか有しているものであればよい。その具体例としては、カルバゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、イミダゾール、ポリアリールアルカン、ピラゾリン、ピラズロン、フェニレンジアミン、アリールアミン、アミノ置換カルコン、スチリルアントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、シラザン、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、芳香族ジメチリدين系化合物、ポルフィリン系化合物、ポリシラン系化合物、ポリ（N-ビニルカルバゾール）、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー、有機シラン、カーボン膜、本発明の化合物、及び、それらの誘導体等が挙げられる。該正孔注入層、正孔輸送層の膜厚は、特に限定されるものではないが、通常1nm～5μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5nm～1μmであり、更に好ましくは10nm～500nmである。正孔注入層、正孔輸送層は、上述した材料の1種または2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成または異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

該正孔注入層、正孔輸送層の形成方法としては、真空蒸着法やLB法、前記正孔注入輸送材料を溶媒に溶解または分散させてコーティングする方法、インクジェット法、印刷法、転写法が用いられる。コーティング法の場合、前記正孔注入輸送材料と共に溶解または分散することができる樹脂成分としては、例えば、ポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリブタジエン、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセルロース、酢酸ビニル、ABS樹脂、ポリウレタン、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などが挙げられる。

【0136】

前記電子注入層、電子輸送層の材料(以下、「電子注入輸送材料」ともいう。)は、陰極から電子を注入する機能、電子を輸送する機能、陽極から注入された正孔を障壁する機能のいずれか有しているものであればよい。その具体例としては、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、イミダゾール、フルオレノン、アントラキノジメタン、アントロン、ジフェニルキノン、チオピランジオキシド、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン、ジスチリルピラジン、ナフタレン、ペリレン等の芳香環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン、8-キノリノールの金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体、有機シラン、及び、それらの誘導体等が挙げられる。電子注入層、電子輸送層の膜厚は、特に限定されるものではないが、通常1nm~5μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5nm~1μmであり、更に好ましくは10nm~500nmである。該電子注入層、電子輸送層は上述した材料の1種または2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成または異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

電子注入層、電子輸送層の形成方法としては、真空蒸着法やLB法、前記電子注入輸送材料を溶媒に溶解または分散させてコーティングする方法、インクジェット法、印刷法、転写法などが用いられる。コーティング法の場合、前記電子注入輸送材料と共に溶解または分散することができる樹脂成分としては、例えば、正孔注入輸送層の場合に例示したものが適用できる。

【0137】

本発明における前記保護層の材料としては水分や酸素等の素子劣化を促進するものが素子内に入ることを抑止する機能を有しているものであればよい。その具体例としては、In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti、Ni等の金属、MgO、SiO、SiO₂、Al₂O₃、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃、TiO₂等の金属酸化物、MgF₂、LiF、AlF₃、CaF₂等の金属フッ化物、SiN_x、SiO_xN_yなどの窒化物、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ポリウレア、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリジクロロジフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレンとジクロロジフルオロエチレンとの共重合体、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のコモノマーを含むモノマー混合物を共重合させて得られる共重合体、共重合主鎖に環状構造を有する含フッ素共重合体、吸水率1%以上の吸水性物質、吸水率0.1%以下の防湿性物質等が挙げられる。

【0138】

保護層の形成方法についても特に限定はなく、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE(分子線エビタキシ)法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法(高周波励起イオンプレーティング法)、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、ガスソースCVD法、コーティング法、印刷法、転写法を適用できる。

【0139】

本発明の発光素子は、表示素子、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、光通信等の分野に好適に用いることができる。

【実施例】

【0140】

以下に、本発明について実施例を用いて具体的に述べるが、本発明の実施の態様はこれらに限定されない。

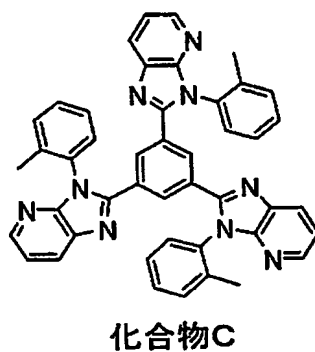
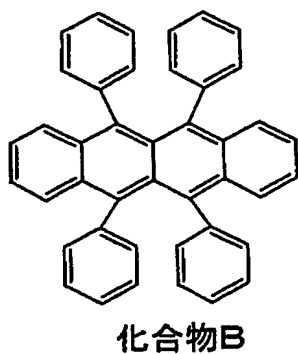
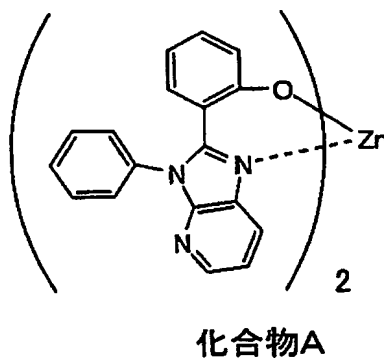
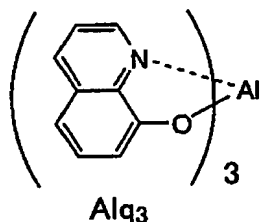
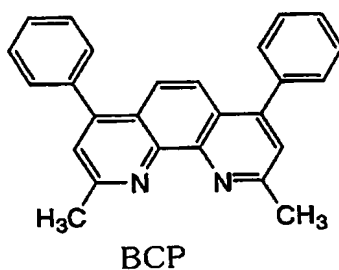
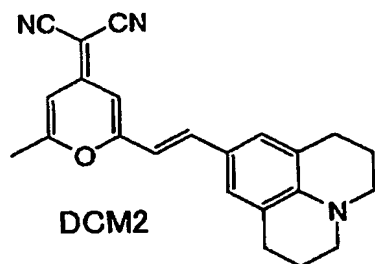
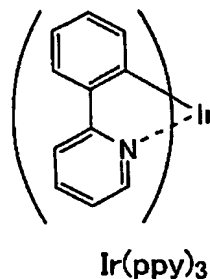
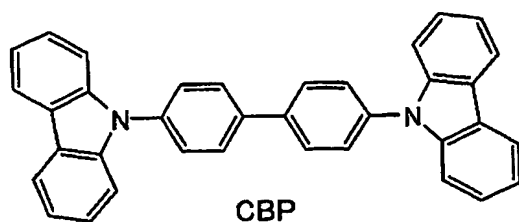
【0141】

(比較例1) (特許文献2に記載の素子)

洗浄したITO基板を蒸着装置に入れ、TPD (N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(m-トリル)-ベンジジン) を60nm蒸着した。この上に、CBPとDCM2を99:1の比率(質量比)で1nm蒸着し、この上にCBPとIr(ppy)₃を90対10の比率で1nm蒸着し、このプロセスを5回繰り返し、計10nmの10層の交互積層膜を形成した。この上にBCPを20nm蒸着し、この上にAlq₃を30nm蒸着した。この有機薄膜上にパターンニングしたマスク(発光面積が4mm×5mmとなるマスク)を設置し、蒸着装置内でマグネシウムと銀を25対1の比で100nm蒸着し、この上に銀を50nm蒸着した。東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400型を用いて、直流定電圧をEL素子に印加し発光させ、その輝度をトプコン社の輝度計BM-8を用いて測定した。その結果、赤色発光が得られ、200cd/m²での外部量子効率_外は2.6%であった。また、発光スペクトルから、発光はDCM2だけでなく、Ir(ppy)₃、及び、CBPからの発光が混ざっていた(特許文献2の結果と同様。).

【0142】

【化9】



【0143】

(実施例1)

洗浄したITO基板を蒸着装置に入れ、TPD (N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(m-トリル)-ベンジジン) を50 nm蒸着した。この上に、化合物A (ホスト材料) と化合物B (蛍光発光する化合物) を99:1の比率で1 nm蒸着し、この上に化合物A とIr(ppy)₃ (増幅剤) を17対1の比率で1 nm蒸着し、このプロセスを18回繰り返す、計36 nmの薄膜を形成した。その際、化合物Aと化合物Bを入れた坩堝、及び、化合物AとIr(ppy)₃を入れた坩堝は常時蒸着できる温度に加熱し、坩堝付近に設置したシャッターの切り替えで繰り返す蒸着を行った。この上に化合物Cを36 nm蒸着した。この有機薄膜上にパターンニングしたマスク (発光面積が4 mm×5 mmとなる

マスク)を設置し、フッ化リチウムを3nm蒸着し、この上に、アルミニウムを200nm蒸着した。東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400型を用いて、直流定電圧をEL素子に印加し発光させ、その輝度をトプコン社の輝度計BM-8を用いて測定した。素子の発光スペクトルは、浜松ホトニクス製フォトニックマルチチャンネルアナライザーPMA-11で測定した。その結果、発光極大波長 $\lambda_{max}=565\text{nm}$ 、CIE色度(x, y)=(0.43, 0.54)の黄色発光が得られ、 200cd/m^2 での外部量子効率 η_{ext} は15.8%であり、その内部量子効率は、71.5%と算出した。発光は主に化合物Bに由来し、素子の発光のうち化合物Bの蛍光発光の占める割合を発光スペクトルより算出したところ、約84%であり、残り約16%はIr(ppy)₃に由来するりん光発光であった。発光スペクトルを図1に示し、輝度と外部量子効率の関係を図2に示す。

【0144】

(実施例2)

実施例1において、化合物Cの代わりにAlq₃を用い、実施例1と同様に素子作製、評価した。その結果、発光極大波長 λ_{max} が565nm、CIE色度値(x, y)=(0.47, 0.51)である黄色発光が得られ、 200cd/m^2 での外部量子効率は、11.7%であり、その内部量子効率は、58.5%と算出した。発光は主に化合物Bに由来し、素子の発光のうち化合物Bの発光の占める割合は、約95%であり、残り約5%はIr(ppy)₃に由来する発光であった。

【0145】

(実施例3)

実施例1において、化合物Aの代わりにCBPを用い、実施例1と同様に素子作製、評価した。その結果、発光極大波長 λ_{max} が550nm、CIE色度値(x, y)=(0.37, 0.56)である黄色発光が得られ、 200cd/m^2 での外部量子効率は8.1%であり、その内部量子効率は、40.5%と算出した。発光は主に化合物Bに由来し、素子の発光のうち化合物Bの発光の占める割合は、約90%であり、残り約10%はIr(ppy)₃に由来する発光であった。

【0146】

(参考例1)

実施例1において、化合物Aと化合物Bを99:1の比率で1nm蒸着する代わりに、化合物AとIr(ppy)₃を17:1の比率で1nm蒸着し、実施例1と同様に素子作製評価した。Ir(ppy)₃に由来する λ_{max} が510nmのりん光発光が得られ、 200cd/m^2 での外部量子効率は23%であった。

【0147】

(参考例2)

実施例1において、化合物AとIr(ppy)₃を17:1の比率で1nm蒸着する代わりに、化合物Aと化合物Bを99:1の比率で1nm蒸着した。その結果、化合物B(ルプレン)に由来する蛍光発光が得られ、 200cd/m^2 での外部量子効率は1.7%であった。

【0148】

(参考例3)

実施例3において、CBPと化合物Bを99:1の比率で1nm蒸着する代わりに、CBPとIr(ppy)₃を17:1の比率で1nm蒸着し、実施例3と同様に素子作製評価した。Ir(ppy)₃に由来する発光が得られ、 200cd/m^2 での外部量子効率は15%であった。

【0149】

前記実施例1と参考例1の関係、及び、実施例3と参考例3の関係から、蛍光発光化合物(化合物B)を、Ir(ppy)₃に置き換えた素子の外部量子効率が高いほど効率の点で好ましいことが分かる。

【図面の簡単な説明】

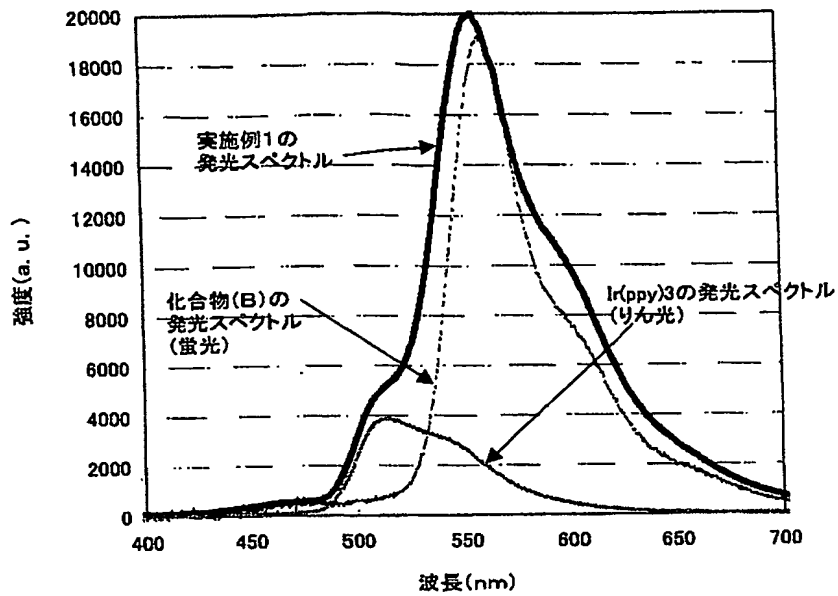
【0150】

【図 1】 実施例 1、化合物 (B) 及び $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ の発光スペクトルのデータを示す図である。

【図 2】 実施例 1 に記載の素子の輝度と外部量子効率の関係を示す図である。

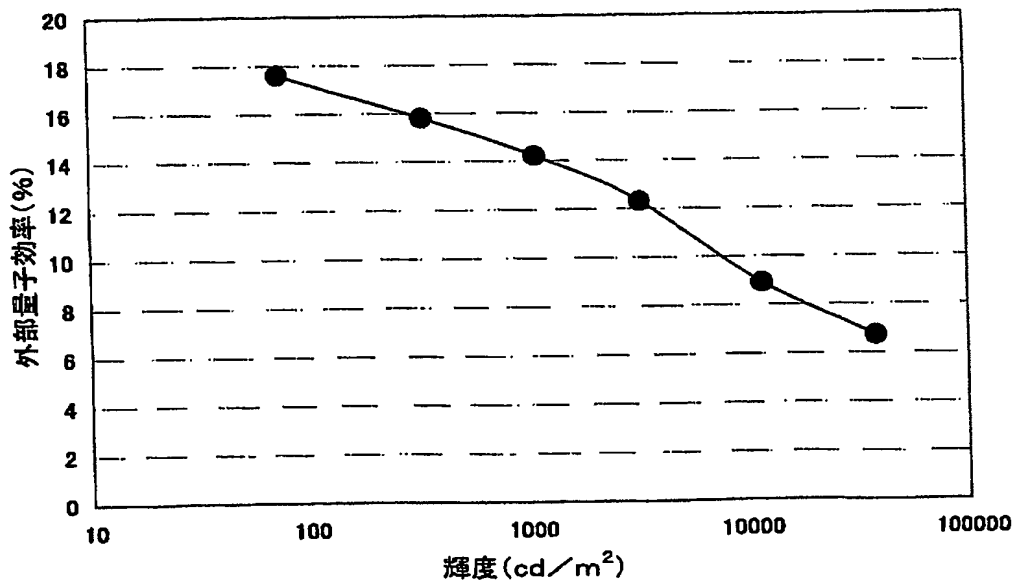
【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

輝度－外部量子効率の関係(実施例1)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光効率が良好な発光素子を提供する。

【解決手段】 一对の電極間に発光層を含む少なくとも一層の有機層を有する有機電界発光素子において、電圧を印加した時に蛍光発光する化合物を含有し、電圧印加時の発光が主に蛍光化合物からの発光に由来し、かつ、素子の外部量子効率が6%以上であることを特徴とする有機電界発光素子。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 3 - 2 8 5 7 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.